

p15569-A

1482

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 0 7 7 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 0 7 7 5]

願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

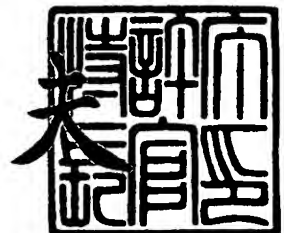
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 3 年 8 月 2 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH145929

【提出日】 平成14年10月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社社内

 【氏名】 内山 真吾

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064621

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山川 政樹

 【電話番号】 03-3580-0961

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 006194

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0205287

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光平面回路型光学素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された二酸化シリコン層をアンダークラッドとし、このアンダークラッド上に形成されたシリコン層を選択的にエッチングしてコアとし、このコアを覆う二酸化シリコン層をオーバークラッドとするシリコン細線光導波路を備えた光平面回路型光学素子の製造方法において、

前記シリコン層をエッチングして前記コアを形成する際に、前記コアの周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残すエッチング工程と、

前記エッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するように前記シリコン層を酸化する酸化工程とを有し、

前記コアとオーバークラッドとを同時に作製することを特徴とする光平面回路型光学素子の製造方法。

【請求項 2】 基板上に形成された二酸化シリコン層をアンダークラッドとし、このアンダークラッド上に形成されたシリコン層を選択的にエッチングして突出部を有するリブ型のコアとし、このコアを覆う二酸化シリコン層をオーバークラッドとするシリコンリブ型光導波路を備えた光平面回路型光学素子の製造方法において、

前記シリコン層をエッチングして前記コアを形成する際に、前記突出部の周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残すエッチング工程と、

前記エッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するように前記シリコン層を酸化する酸化工程とを有し、

前記コアとオーバークラッドとを同時に作製することを特徴とする光平面回路型光学素子の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光平面回路型光学素子の製造方法において、前記コアの断面の幅および厚さは、共に $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする光平面回路型光学素子の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の光平面回路型光学素子の製造方法において、前記エッチング工程は、前記エッチング除去すべきシリコンを前記コアの $1/$

2以上の厚さ残すことを特徴とする光平面回路型光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オプトエレクトロニクス分野、光通信分野において使用される光導波路型フィルターなどの平面光波回路において、SOI基板上に構築されるシリコンを光導波路とする光平面回路型光学素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光を伝送するコア層にシリコンを用いる光平面回路型光学素子は、シリコンコア層を二酸化シリコンからなるオーバークラッド層で覆う構造を有しているのが一般的である。その理由は、光通信に使用される $1.55\mu\text{m}$ 帯の波長域において、シリコンの屈折率が約3.5であり、シリコンの酸化物である二酸化シリコンの屈折率が約1.5と大きく異なるために、シリコンと二酸化シリコンをそれぞれコアとクラッドにして、屈折率差の大きな導波路を形成できるからである。さらに、シリコン半導体集積回路の作製技術がそのまま使用できるので、作製技術がほぼ確立されていることも原因の一つになっている。

【0003】

図9にシリコンをコアに使用する埋め込み細線型の光平面回路型光学素子の断面構造の例を示す。図9のような光平面回路型光学素子を作製するには、最近では半導体集積回路製造用に開発されたSOI基板を使用し、上部シリコン層を導波路構造あるいは光機能デバイス構造に加工して平面光回路を作製する方法が一般的になっている。SOI基板を使用する場合には、シリコン基板101上に形成されたBOX層と呼ばれる酸化膜層をアンダークラッド層102として使用しており、上部シリコン層をコア103の形状に加工した後に、コア103を覆うように上部にオーバークラッド層104を積層させ、光平面回路型光学素子を作製している（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

図9のような光平面回路型光学素子では、一般にシリコンパターンをリソグラ

フィ技術で形成している。すなわち、電子線露光法あるいは光露光法を用いて、シリコン層の上にレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクにしてシリコン層をエッチングして光導波路などのパターンを形成する。あるいは、シリコン層の上にエッチングハードマスク層を形成し、このエッチングハードマスク層の上にレジストパターンを形成して、レジストパターンをマスクにしてエッチングハードマスク層をエッチングしてハードマスクを形成し、このハードマスクを用いてシリコン層をエッチングする。

【0 0 0 5】

エッチングしたシリコンパターンの側壁部の荒れ（凹凸）はこのシリコンパターンを通過する光の伝搬損失に影響を与えるため、パターン形成で最も重要なことは、パターン側壁部の荒れを極力低減することである。このため、パターン形成後にパターン側壁部の荒れを改善する方法として、シリコンパターンを酸化してパターン側壁部を平坦化する方法が提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0 0 0 6】

一方、シリコンをコアに使用する光平面回路型光学素子には、図 9 に示した埋め込み細線型の他に、図 1 0 に示すリブ型がある。図 1 0 において、2 0 1 はシリコン基板、2 0 2 は基板 2 0 1 上に形成されたアンダークラッド層、2 0 3 はシリコンからなるスラブ、2 0 4 はスラブと一体成形されたシリコンからなる装架部、2 0 5 はオーバークラッド層である。

【0 0 0 7】

図 1 0 に示したリブ型の光導波路あるいは光機能デバイスの作製においても、埋め込み細線型と同様にリソグラフィ技術が利用される。また、埋め込み細線型と同様に、パターン側壁部の荒れが伝搬損失に与える影響が報告されている（例えば、非特許文献 2 参照）。したがって、リブ型の構造においても、パターン側壁部の荒れを低減することが重要であり、パターン形成後にシリコンパターンを酸化する方法が有効と考えられる。

【0 0 0 8】

【特許文献 1】

特開平 10-123341 号広報

【非特許文献 1】

ケビン・K・リー (Kevin K.Lee)、他 2 名、「ファブリケーションオブウルトラロウロス Si/SiO₂ ウエーブガイドバイラフネスリデュケーション (Fabrication of ultralow-loss Si/SiO₂ waveguides by roughness reduction)」, オプティクスレターズ (OPTICS LETTERS), 2001 年 12 月 1 日, Vol. 26, No. 23, p. 1888-1890

【非特許文献 2】

A・G・リックマン (A.G.Rickman)、他 2 名、「シリコンオンインシュレーターオプティカルリブウエーブガイドロスアンドモードキャラクターISTICS (Silicon-on-Insulator Optical Rib waveguide Loss and Mode Characteristics)」, ジャーナルオブライトウエーブテクノロジー (JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY), 1994 年 10 月, Vol. 12, No. 10, p. 1771-1776

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

以上のような光平面回路型光学素子では、シリコンコアをオーバークラッドで覆う必要があり、シリコンコアの形成後にオーバークラッドを形成する必要があるため、製造工程が長くなるという問題点があった。また、微細なシリコンコアを高精度に形成するために、高精度で高価な電子線露光装置を使用しなければならないという問題点があった。

【0010】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、光平面回路型光学素子の製造方法において、比較的安価な露光装置を用いてシリコン導波路層を形成することができ、かつ導波路層の形成後にオーバークラッドを形成する必要のない製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、基板上に形成された二酸化シリコン層をアンダークラッドとし、こ

のアンダークラッド上に形成されたシリコン層を選択的にエッチングしてコアとし、このコアを覆う二酸化シリコン層をオーバークラッドとするシリコン細線光導波路を備えた光平面回路型光学素子の製造方法において、前記シリコン層をエッチングして前記コアを形成する際に、前記コアの周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残すエッチング工程と、前記エッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するように前記シリコン層を酸化する酸化工程とを有し、前記コアとオーバークラッドとを同時に作製するようにしたものである。

また、本発明は、基板上に形成された二酸化シリコン層をアンダークラッドとし、このアンダークラッド上に形成されたシリコン層を選択的にエッチングして突出部を有するリブ型のコアとし、このコアを覆う二酸化シリコン層をオーバークラッドとするシリコンリブ型光導波路を備えた光平面回路型光学素子の製造方法において、前記シリコン層をエッチングして前記コアを形成する際に、前記突出部の周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残すエッチング工程と、前記エッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するように前記シリコン層を酸化する酸化工程とを有し、前記コアとオーバークラッドとを同時に作製するようにしたものである。

また、本発明の光平面回路型光学素子の製造方法の 1 構成例において、前記コアの断面の幅および厚さは、共に $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ である。

また、本発明の光平面回路型光学素子の製造方法の 1 構成例において、前記エッチング工程は、前記エッチング除去すべきシリコンを前記コアの $1/2$ 以上の厚さ残すようにしたものである。

【0012】

【発明の実施の形態】

〔第 1 の実施の形態〕

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 (a) は本発明の第 1 の実施の形態となるシリコン光平面回路型光学素子の平面図、図 1 (b) は図 1 (a) の光学素子の A-A 線断面図、図 1 (c) は図 1 (a) の光学素子の B-B 線断面図である。本実施の形態のシリコン光平面回路型光学素子は、シリコン細線光導波路を備えた光機能デバイスである。図 1 において、

11はバルクシリコン基板、12は二酸化シリコンからなるアンダークラッド層、13はシリコン細線光導波路のコア、14は二酸化シリコンからなるオーバークラッド層である。シリコン細線光導波路では、コア13の幅と厚さが共に $0.2\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ で幅と厚さが異なる構造、またはコア13の幅と厚さが共に $0.2\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ で幅と厚さが等しい構造となっている。

【0013】

次に、本実施の形態のシリコン光平面回路型光学素子の製造方法について説明する。図2は、シリコン光平面回路型光学素子の製造方法を示す工程断面図である。本実施の形態では、バルクシリコン基板11と、バルクシリコン基板11上に形成されたアンダークラッド層12と、アンダークラッド層12上に形成されたシリコン層21とからなるSOI基板をスターティング基板として使用する（図2（a））。

【0014】

このSOI基板のシリコン層21の表面に図2（b）のようにレジスト22を塗布し、電子線露光法あるいは光露光法などの露光法を利用してレジスト22に所望のパターン形状を焼き付けた後、現像して所望の形状のレジストパターン23を得る（図2（c））。そして、レジストパターン23をマスクにしてシリコン層21をエッチングする。このときのエッチングは、シリコン層21を最後までエッチングせずに、図2（d）に示すように途中で停止させる。

【0015】

なお、レジストパターン23とシリコンとの間に十分な選択比が得られない場合には、シリコン層21をエッチングするためのエッチングハードマスクを使用してもよい。この場合には、シリコン層21の上にエッチングハードマスク層を堆積し、エッチングハードマスク層の上にレジスト22を塗布して、このレジスト22を加工してレジストパターン23を形成する。そして、レジストパターン23をマスクにしてエッチングハードマスク層をエッチングしてエッチングハードマスクを形成し、このエッチングハードマスクを用いてシリコン層21をエッチングすればよい。

【0016】

図 2 (d) のようにシリコン層 21 をエッチングした後、レジストパターン 23 (あるいはエッチングハードマスク) を除去する (図 2 (e))。そして、図 2 (e) の SOI 基板全体を高温熱酸化炉で加熱して、シリコン層 21 を酸化させる。その結果、シリコン層 21 の上面および側壁部は酸化されて二酸化シリコンからなるオーバークラッド層 14 となり、オーバークラッド層 14 の内側に残存するシリコン層 21 がシリコン細線光導波路コア 13 となる (図 2 (f))。こうして、図 1 のシリコン光平面回路型光学素子が完成する。

【0017】

ここまでの説明から明らかなように、熱酸化工程によってシリコンの幅および厚さが減少するので、酸化で減少する量を考慮して、レジストパターン 23 (エッチングハードマスク) の幅をシリコン細線光導波路コア 13 より太めに設定し、エッチング前のシリコン層 21 の厚さもシリコン細線光導波路コア 13 より厚めに設定しておく必要がある。

【0018】

図 2 (e) を拡大した断面図を図 3 に示し、図 2 (f) を拡大した断面図を図 4 に示す。図 3 において、21a はシリコン層 21 のうち酸化後にシリコン細線光導波路コア 13 およびオーバークラッド層 14 となる第 1 領域、21b は酸化後にオーバークラッド層 14 となる第 2 領域である。また、W1 は第 1 領域 21a の幅、T1 は第 2 領域 21b の厚さ、T2 は第 1 領域 21a の厚さ (シリコン層 21 の初期の厚さ) から第 2 領域 21b の厚さ T1 を引いた値、すなわちエッチング深さである。

【0019】

図 4 において、14a はオーバークラッド層 14 のうち酸化前にシリコン層 21 であった部分、14b は酸化に伴う膨張によって形成された部分である。また、W2 はシリコン細線光導波路コア 13 の幅、T3 はシリコン細線光導波路コア 13 の厚さ、T4 はオーバークラッド層 14 の厚さ、T5 はオーバークラッド層 14a および 14b の厚さである。

【0020】

第 2 領域 21b のシリコンが全て二酸化シリコンに変質するように熱酸化する

と、酸化したシリコンの厚さ T_5 ($=T_1$) の 2 倍の厚さ T_4 のオーバークラッド層 14 が形成される。つまり、パターン下層からの酸化は無視できるくらいに小さいので、シリコンの厚さの変化は、パターン上層からの酸化によるシリコンの酸化量に等しく、この酸化量はオーバークラッド層 14 の半分の厚さである。

【0021】

第 1 領域 21 a の両側ではそれぞれ厚さ T_5 のシリコンが二酸化シリコンに変質して、パターンエッジが内側に移動する。したがって、第 1 領域 21 a がオーバークラッド層 14 の厚さ T_4 の分だけ細くなるので、熱酸化前の第 1 領域 21 a の幅 W_1 (レジストパターン 23 の幅) を、 $W_2 + T_4$ に設定しておく必要がある。

【0022】

一方、シリコン層 21 の厚さ方向については、厚さ T_5 のシリコンが二酸化シリコンに変質するので、熱酸化前の第 1 領域 21 a の厚さ (シリコン層 21 の初期の厚さ) $T_2 + T_1$ を、 $T_3 + T_5$ に設定しておく必要がある。なお、図 4 から明らかなように、 $T_2 = T_3$ となることは言うまでもない。

【0023】

第 2 領域 21 b に残すシリコンの厚さ T_1 ($=T_5$) は、所望の厚さのオーバークラッド層 14 が得られるように設定すればよいが、最終的に作製したいシリコン細線光導波路コア 13 の厚さ T_3 の $1/2$ 以上であることが好ましい。このような寸法設定を行えば、十分な厚さのオーバークラッド層 14 が得られるので、本実施の形態の光学素子の上に電子デバイスを貼り合わせるためにオーバークラッド層 14 を研磨したとしても、シリコン細線光導波路コア 13 が露出することがなくなる。

【0024】

$T_3 = 2 \times T_1$ の場合のシリコン光平面回路型光学素子の拡大断面図を図 5 に示す。例えば幅と厚さが共に 300 nm のシリコン細線光導波路コア 13 を最終的に作製したい場合、450 nm の厚さのシリコン層 21 を 600 nm の幅の第 1 領域 21 a を残して深さ 300 nm エッチングする。このとき、第 2 領域 21 b には厚さ 150 nm だけシリコンが残る。その後、オーバークラッド層 14 が

300 nmの厚さになるように酸化すると、第2領域21bのシリコンは全て二酸化シリコンに変質する。第1領域21aでは、450 nmの厚さが150 nm減って300 nmとなり、600 nmの幅が片側150 nmずつ減って300 nmとなり、幅と厚さが共に300 nmのシリコン細線光導波路コア13が形成される。こうして、シリコン細線光導波路コア13の1/2以上の厚さのシリコンを第2領域21bに残しておけば、コア13以上の厚さのオーバークラッド層14を形成することができる。

【0025】

以上のように、本実施の形態では、シリコン層21のエッチングを途中で止めて、シリコン細線光導波路コア13となる第1領域21aの周囲に所定の厚さ T_1 ($=T_5$) のシリコンを残し、この厚さ T_1 のシリコンが全て二酸化シリコンに変質するように熱酸化することにより、所望の寸法のシリコン細線光導波路コア13を形成すると同時に、オーバークラッド層14として機能させることができる厚さを備えた二酸化シリコンによってコア13を覆うことができる。二酸化シリコンは、シリコンに比して小さな屈折率を持ち、シリコンと二酸化シリコンの屈折率の違いを利用して、光をシリコン部に閉じ込めることができ、シリコン導波路あるいは光機能素子として機能させることができる。その結果、本実施の形態では、オーバークラッド層14を別工程で形成する必要がなくなり、また酸化によってシリコン細線光導波路コア13の側壁部の荒さを減少させることができる。

【0026】

また、本実施の形態では、従来に比べて酸化前のシリコンパターン（第1領域21a）を薄くできることから、酸化前のシリコンパターンのアスペクト比（シリコンパターンの幅を a 、厚さを b としたとき、アスペクト比 $=b/a$ ）が小さくなり、パターン形成の余裕度を増すことができる。

【0027】

例えば、幅60 nm、厚さ300 nmのコア13を最終的に形成しようとする、酸化工程がない場合のアスペクト比は $300/60=5$ である。これに対して、本実施の形態では、オーバークラッド層14の厚さを $T_4=300$ nmとす

ると、酸化前の第1領域21aの幅が $W2 + T4 = 60 + 300 = 360 \text{ nm}$ 、エッチング深さが $T2 = T3 = 300 \text{ nm}$ となるので、アスペクト比は $300 / 360 = 0.83$ である。その結果、シリコン光平面回路型光学素子の作製においては、作製の余裕度が増してコスト的に安価な露光システムを使用してパターン形成することができる。

【0028】

なお、例えば非特許文献1に記載されたような従来法（第2領域にシリコンを残さない方法）でも、酸化量を調整すれば、厚さ 300 nm のオーバークラッド層を形成することは可能である。ただし、酸化前のシリコンパターンの幅が 360 nm 、厚さが 450 nm 必要となるので、アスペクト比は $450 / 360 = 1.25$ である。したがって、従来法で酸化する場合には、本実施の形態に比してパターン形成の余裕度が小さくなるので、より高精度で高価な露光システムを用いる必要がある。

【0029】

[第2の実施の形態]

図6は本発明の第2の実施の形態となるシリコン光平面回路型光学素子の断面図であり、図1と同様の構成には同一の符号を付してある。本実施の形態のシリコン光平面回路型光学素子は、シリコンリブ型光導波路を備えた光機能デバイスである。シリコンからなるリブ型のコア15は、板状のスラブ15aと、スラブ15aから突出するようにスラブ15aと一体成形された細線状の装架部（突出部）15bとからなる。

【0030】

本実施の形態においても光平面回路型光学素子の製造方法は、第1の実施の形態とほぼ同様であるので、第1の実施の形態の符号を用いて説明する。第1の実施の形態と異なるのは、リブ型のコア15を形成するため、熱酸化の後でもシリコン層21の第2領域にシリコンが残ることである。

【0031】

酸化前の光平面回路型光学素子（図2（e）に相当）を拡大した断面図を図7に示し、酸化後の光平面回路型光学素子を拡大した断面図を図8に示す。図7に

において、21cはシリコン層21のうち酸化後に装架部15bおよびオーバークラッド層14となる第1領域、21dは酸化後にスラブ15aおよびオーバークラッド層14となる第2領域である。また、W3は第1領域21cの幅、T6は第2領域21dの厚さ、T7は第1領域21cの厚さ（シリコン層21の初期の厚さ）から第2領域21dの厚さT6を引いた値、すなわちエッチング深さである。

【0032】

図8において、14aはオーバークラッド層14のうち酸化前にシリコン層21であった部分、14bは酸化に伴う膨張によって形成された部分である。また、W4は装架部15bの幅、T4はオーバークラッド層14の厚さ、T5はオーバークラッド層14aおよび14bの厚さ、T8はスラブ15aの厚さ、T9は装架部15bの厚さである。

【0033】

厚さT4のオーバークラッド層14が形成されるように熱酸化を行うと、第1の実施の形態と同様に、第1の領域21cがオーバークラッド層14の厚さT4の分だけ細くなるので、熱酸化前の第1領域21cの幅W3（レジストパターン23の幅）を、 $W4 + T4$ に設定しておく必要がある。

【0034】

一方、シリコン層21の厚さ方向については、厚さT5のシリコンが二酸化シリコンに変質するので、熱酸化前の第2領域21dの厚さT6を $T8 + T5$ に設定し、熱酸化前の第1領域21cの厚さ（シリコン層21の初期の厚さ） $T7 + T6$ を、 $T8 + T9 + T5$ に設定しておく必要がある。なお、図8からも明らかに、 $T7 = T9$ となることは言うまでもない。

【0035】

以上のような寸法設定を行うことにより、所望の寸法のコア15を形成すると共に、オーバークラッド層14として機能させることができる厚さを備えた二酸化シリコンによってコア15を覆うことができ、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明によれば、シリコン層をエッチングしてコアを形成する際に、コアの周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残し、このエッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するようにシリコン層を酸化することにより、コアとオーバークラッドとを同時に作製することができる。その結果、コアの形成後にオーバークラッドを形成する必要がなくなり、従来に比べて製造工程を短くすることができ、また酸化によってコアの側壁部の荒さを減少させることができる。さらに、従来に比べて酸化前のシリコンパターンのアスペクト比が小さくなるので、パターン形成の余裕度を増すことができる。その結果、シリコン光平面回路型光学素子の作製においては、作製の余裕度が増してコスト的に安価な露光装置を使用してパターン形成することができる。

【0037】

また、シリコン層をエッチングしてコアを形成する際に、突出部の周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残し、このエッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するようにシリコン層を酸化することにより、コアとオーバークラッドとを同時に作製することができる。その結果、コアの形成後にオーバークラッドを形成する必要がなくなり、従来に比べて製造工程を短くすることができ、また酸化によってコアの側壁部の荒さを減少させることができる。さらに、従来に比べて酸化前のシリコンパターンのアスペクト比が小さくなるので、パターン形成の余裕度を増すことができる。その結果、シリコン光平面回路型光学素子の作製においては、作製の余裕度が増してコスト的に安価な露光装置を使用してパターン形成することができる。

【0038】

また、エッチング除去すべきシリコンをコアの $1/2$ 以上の厚さ残すことにより、十分な厚さのオーバークラッドを形成することができ、光平面回路型光学素子の上に電子デバイスを貼り合わせるためにオーバークラッドを研磨したとしても、コアが露出することがなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態となるシリコン光平面回路型光学素子

の平面図および断面図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態のシリコン光平面回路型光学素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態における熱酸化前のシリコン光平面回路型光学素子の拡大断面図である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施の形態における熱酸化後のシリコン光平面回路型光学素子の拡大断面図である。

【図 5】 本発明の第 1 の実施の形態における熱酸化後のシリコン光平面回路型光学素子の他の例を示す拡大断面図である。

【図 6】 本発明の第 2 の実施の形態となるシリコン光平面回路型光学素子の断面図である。

【図 7】 本発明の第 2 の実施の形態における熱酸化前のシリコン光平面回路型光学素子の拡大断面図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施の形態における熱酸化後のシリコン光平面回路型光学素子の拡大断面図である。

【図 9】 従来の埋め込み細線型の光平面回路型光学素子の断面図である。

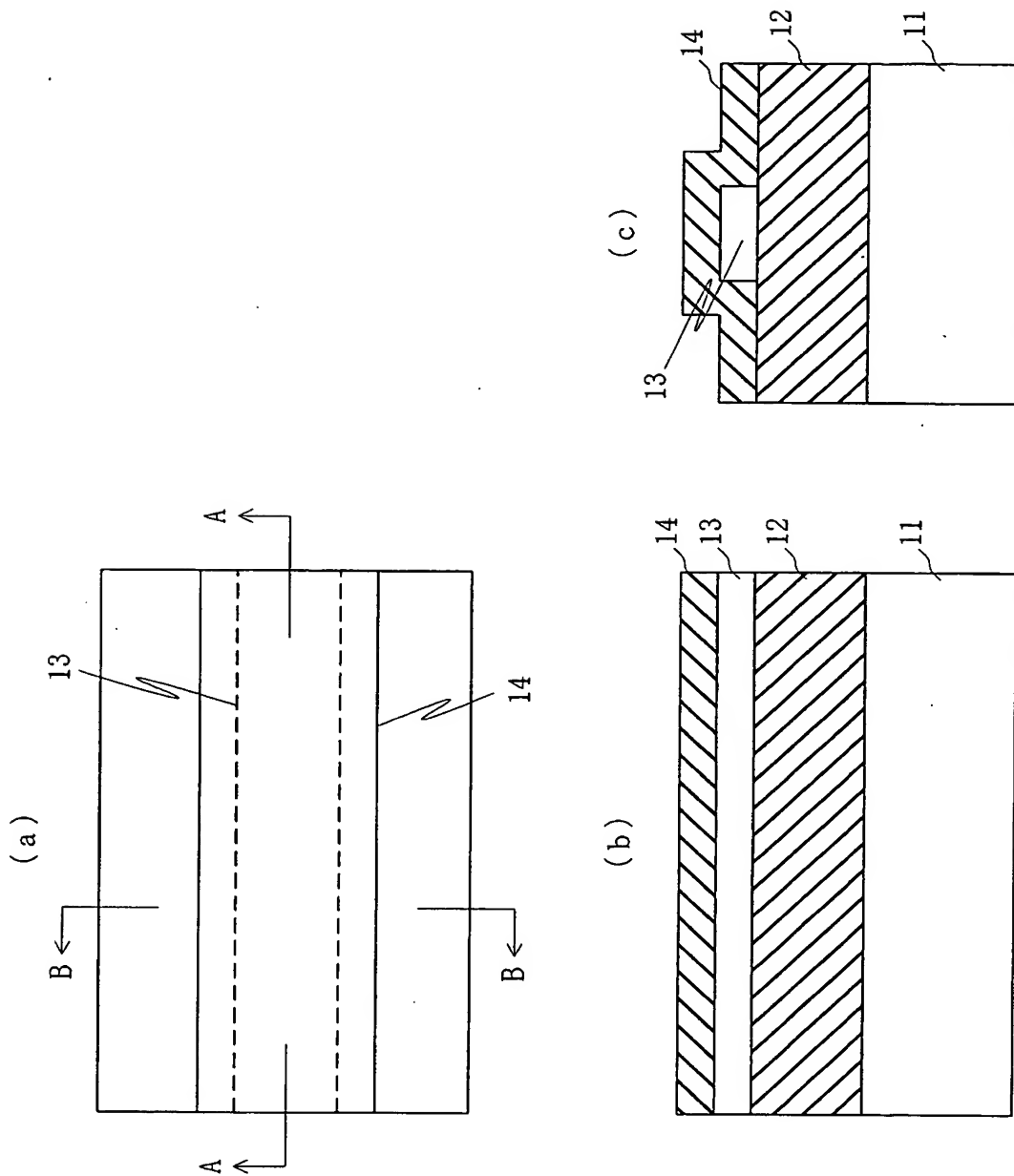
【図 10】 従来のリブ型の光平面回路型光学素子の断面図である。

【符号の説明】

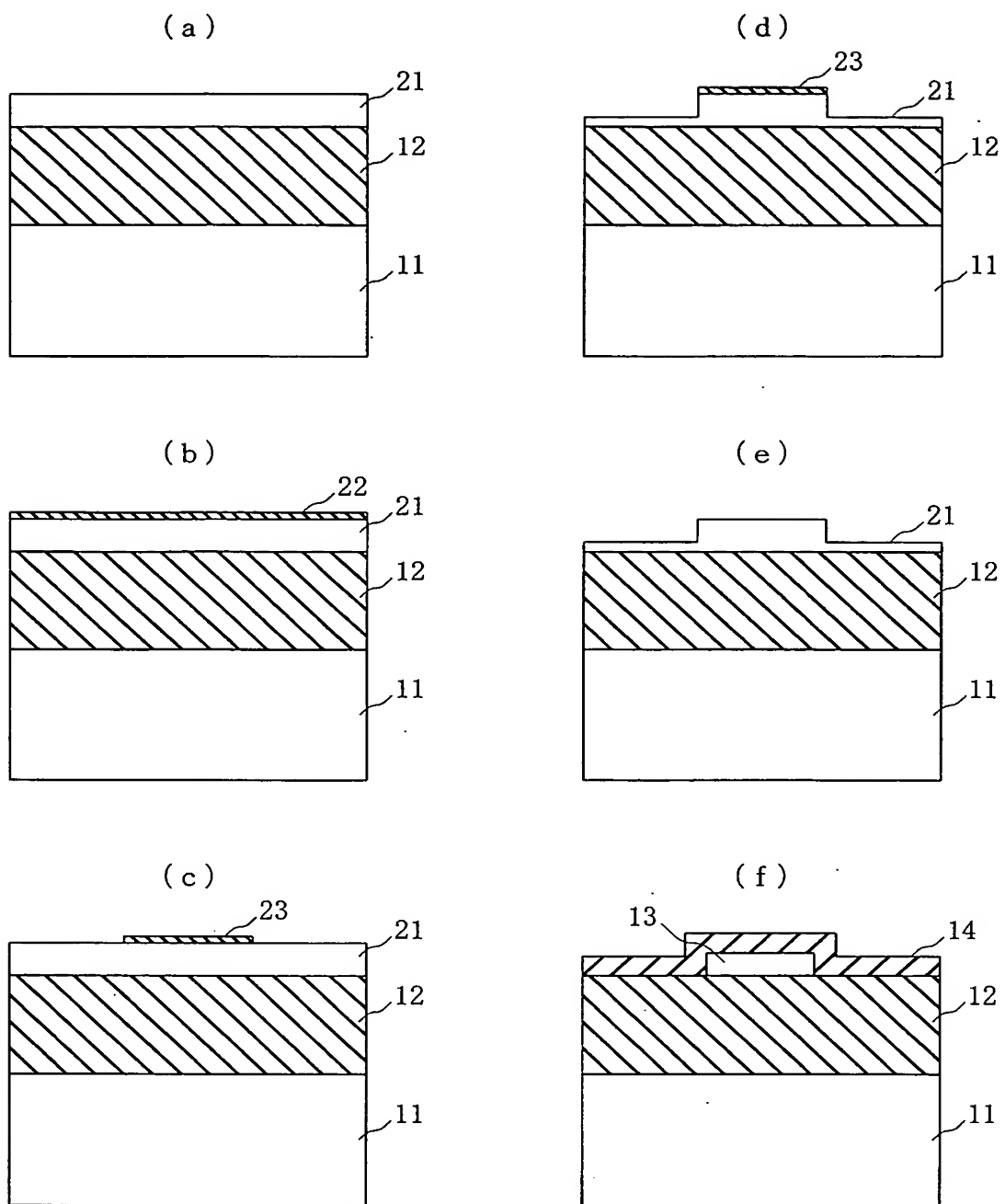
11…バルクシリコン基板、12…アンダークラッド層、13…シリコン細線光導波路コア、14…オーバークラッド層、15…リブ型コア、15a…スラブ、15b…装架部、21…シリコン層、22…レジスト、23…レジストパターン。

【書類名】 図面

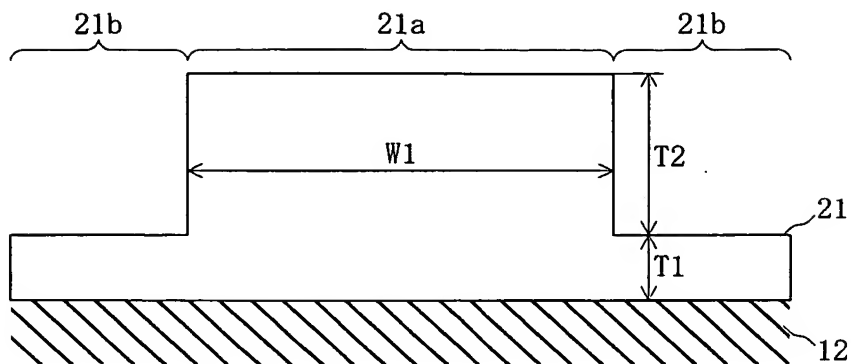
【図 1】



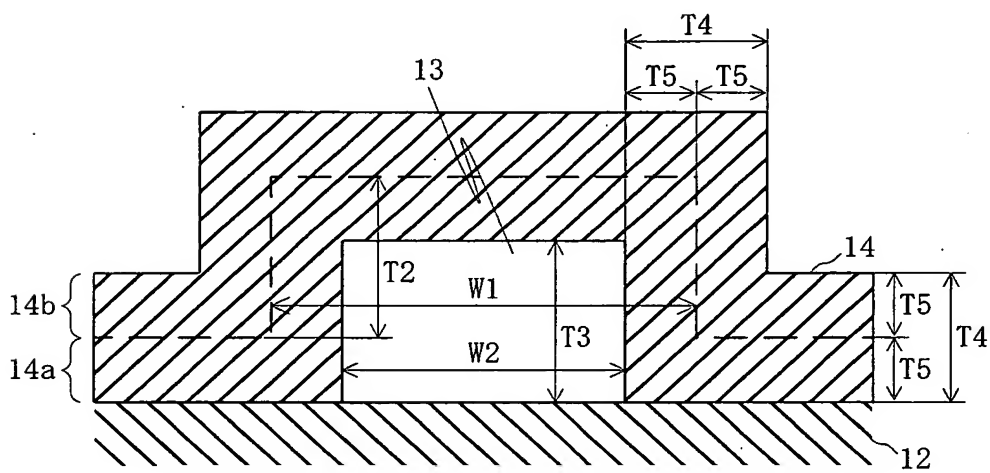
【図 2】



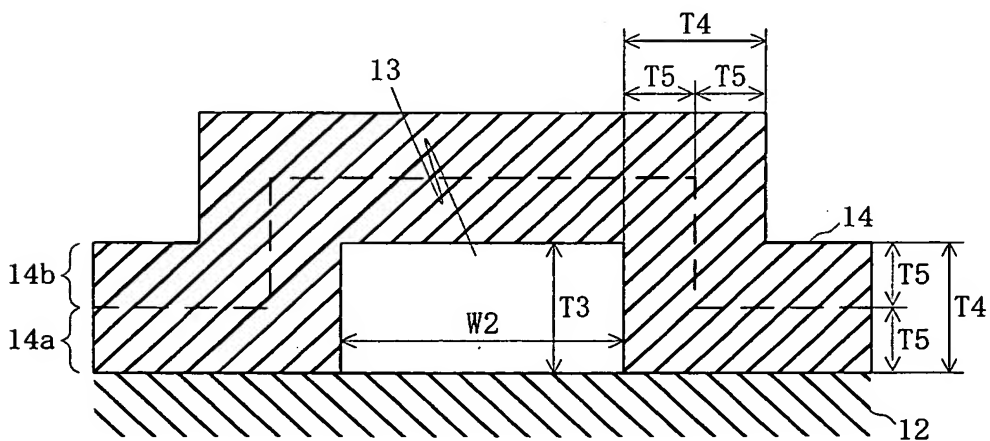
【図 3】



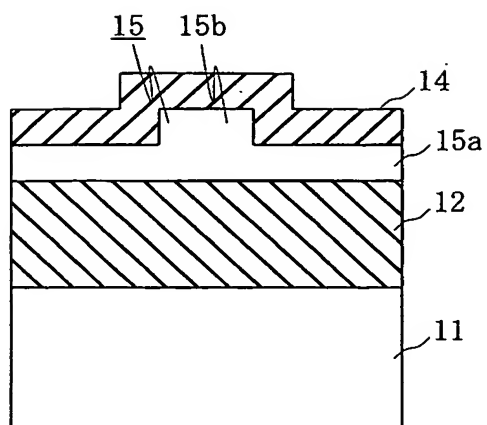
【図 4】



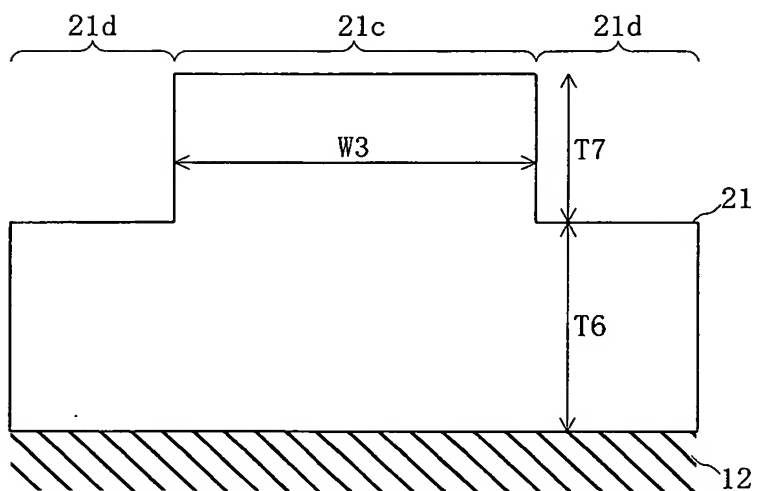
【図 5】



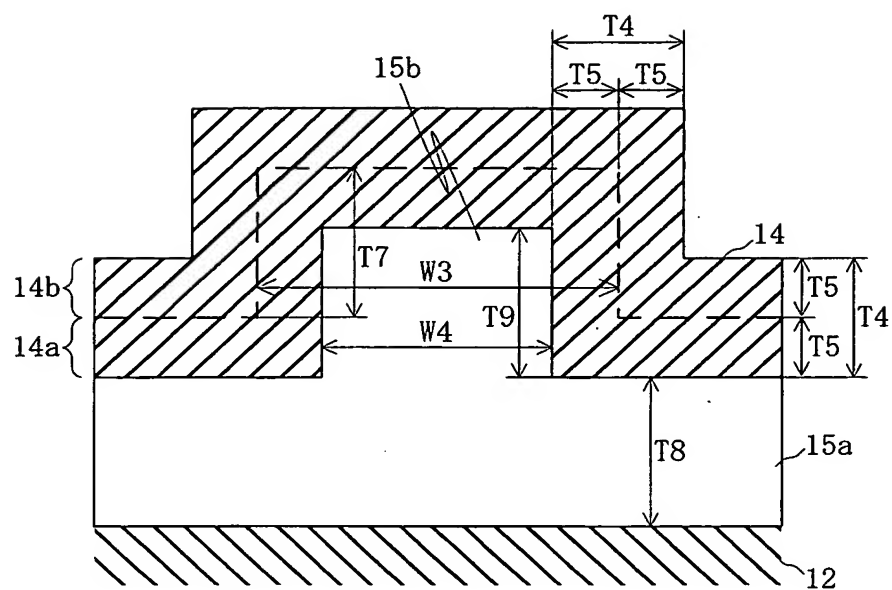
【図 6】



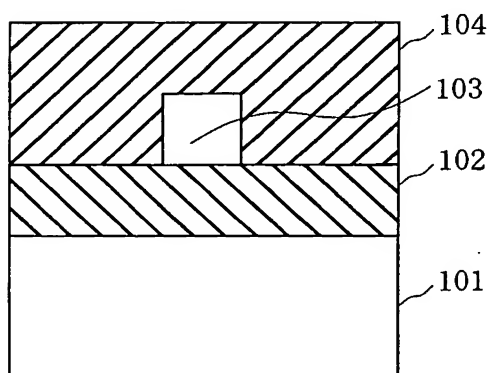
【図 7】



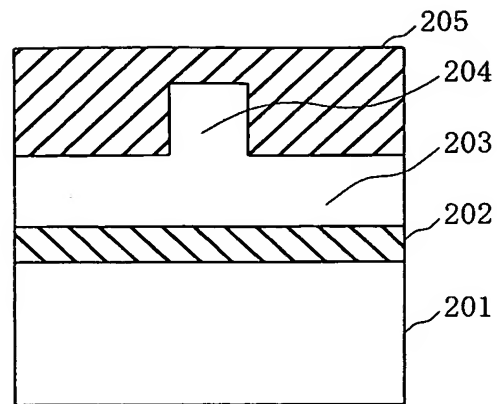
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価な露光装置を用いてシリコンコアを形成し、シリコンコアの形成後にオーバークラッドを形成することを不要にする。

【解決手段】 シリコン層 21 をエッチングしてコア 13 を形成する際に、コア 13 の周囲のエッチング除去すべきシリコンを所定の厚さ残す（図 2（d））。エッチング除去すべきシリコンが二酸化シリコンに変質するようにシリコン層 21 を酸化して、コア 13 とオーバークラッド 14 とを同時に作製する（図 2（f））。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 9 0 7 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1 . 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社